

Janice Ribeiro Tavares Rocha

Fermentação Alcoólica na indústria cervejeira



Bacharel em Físico-Química

**Instituto Superior de Educação
Praia, Setembro de 2006**

Instituto Superior de Educação

Departamento Ciências e Tecnologia

Trabalho científico: Fermentação Alcoólica na indústria cervejeira

Elaborado por: *Janice Ribeiro Tavares Rocha*

É aprovado pelos membros do Júri. Foi homologado pelo conselho Científico e Pedagógico, com requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Físico- Química

O júri

Praia, de de 2006

**Trabalho Científico apresentado ao ISE para obtenção do grau de
Bacharel em Físico-Química**

Tema:

Fermentação Alcoólica

Na

Industria cervejaria

Autora: *Janice Ribeiro Tavares Rocha* **Orientador:** *Eng.º José Carlos Lopes*

Praia, Setembro de 2006

Dedicatória

È com carinho e amor que dedico este trabalho especialmente a minha querida professora Roumiana Hristova.

Agradecimentos

Ao longo dos três anos da minha formação, incluindo o estágio realizado na empresa Ceris e os meses que estive a preparar e a fazer a redacção do trabalho, tive a oportunidade de contar com a amizade e o apoio de inúmeras pessoas que, directa ou indirectamente, contribuíram para a concretização do mesmo.

Estou especialmente grata ao meu orientador Sr. José Carlos Lopes pelo precioso apoio concedido na elaboração deste trabalho.

Por ultimo não posso deixar de manifestar o meu apreço pelo constante apoio da minha família, dos funcionários da empresa Ceris e em particular do meu marido que sempre me deu força no intuito de chegar até aqui com um trabalho científico que conclui o curso.

.

Índice

	Pág
I – Introdução	1
1.1- Objectivo do trabalho	1
1.2- Metodologia adoptada	1
1.3- Enquadramento teórico	2
II – Materiais primas utilizadas para a fabricação da cerveja	3
2.1- Características das materiais primas	3
2.1.1- Água para a fabricação da cerveja	3
2.1.2 - Malte	6
2.1.3 - Lúpulos	9
2.1.4- Levedura (agente responsável pela fermentação)	11
2.1.4 a)-Reprodução de leveduras	11
2.1.4 b) – Propagação das leveduras	12
2.1.4.c) - Controlo do crescimento de levedura	14
2.1.4.d) -Consequência de infecções por microorganismo na cerveja.	14
2.1.4.e) -Composição química da levedura de cerveja	14
2.2- Factores que aumentam o crescimento da levedura	15
2.3-Assimilação dos aminoácidos do mosto quando é adicionado a levedura	16
2.4- Factores que floculam a levedura no fim da fermentação	16
2.5- Diagrama de uma célula de levedura	17
III- Fabricação do mosto	18
3.1- Empastagem	18
3.1.1-Tipos de métodos utilizados	<u>19</u>
3.1.2- Descrição dos métodos	
3.2 – Filtração do mosto	20
3.3 – Ebulição do mosto	20
3.4 - Composição Química do mosto	21
IV – Fermentação	22
4.1- Tipos de fermentação	22
4.2- Fases da fermentação principal	23
4.3- Controlo da fermentação	24

4.4- Condução da fermentação	25
4.5- Esquema simplificada da fermentação alcoólica da glicose	26
4.6- Diagrama abreviado das principais reacções químicas da fermentação	27
4.7- Exemplo de um gráfico de fermentação	28
4.8- Esquema de formação de subprodutos	29
V – Conclusões	30
Bibliografia	31

I – INTRODUÇÃO

1.1- Objectivo do trabalho

Ao terminar o Bacharelato em Físico -Química e para melhorar o nosso conhecimento na prática laboratorial em Química, propusemo-nos realizar um estágio no laboratório da Fábrica da Ceris, no qual pudemos acompanhar, de perto, as etapas da fermentação alcoólica (produção de álcool) e as da fabricação da cerveja.

Entramos em contacto com vários métodos de análise Química permitindo-nos relacionar a teoria com os conhecimentos experimentais o que nos permitirá um melhor desempenho da carreira docente.

Ao apreendermos algo sobre as técnicas de fabricação da cerveja, e nomeadamente a produção de álcool na cerveja, consciencializamo-nos que é muito importante enfrentarmos a problemática do consumo de álcool.

Assim propusemo-nos:

- Elaborar um trabalho científico com base na pesquisa documental e experimental sobre o tema em apreço.
- Pôr em prática os conhecimentos da Química orgânica e Bioquímica adquiridos ao longo da formação.
- Conhecer as características das matérias-primas utilizadas no processo da fabricação da cerveja.
- Descrever as etapas da fabricação da cerveja.
- Acompanhar as etapas da fermentação alcoólica.
- Identificar os produtos primários (álcool CO_2) e secundários (subprodutos) formados nestas etapas.
- Obter um resultado que certifica o trabalho científico em termos quantitativo e qualitativo.

1.2 – Metodologia adoptada

A metodologia adoptada baseia-se exclusivamente na pesquisa documental e prática de acordo com os objectivos traçados.

A parte prática foi realizada no laboratório e algumas vezes, na sala de fabrico, a fim de acompanharmos os processos de fabricação da cerveja.

1.3- Enquadramento teórico

A cerveja é uma bebida não destilada obtida da fermentação alcoólica da cereal maltado (geralmente de malte de cevada).

Fermentação é um processo de metabolismo anaeróbico de produção de energia em que, os microrganismos oxidam, parcialmente, o substrato actuando sobre um ou mais componentes, gerando componentes modificados de forma a obter características desejáveis no produto final.

Na fermentação, para transformar o mosto em cerveja e os açúcares fermentescíveis do mosto, estes precisam ser convertidos em enzimas das leveduras em etanol e dióxido de carbono e também pela libertação do calor. Em simultâneo, ocorre também a fermentação secundária, dando origem aos subprodutos como: ácidos álcoois alifáticos superiores, ésteres diácetil, acetoína e compostos sulfurosos.

A fermentação da cerveja é um processo complexo devido ao número de produtos e subprodutos que são originados e por causa de algumas reacções químicas que ocorrem durante o processo. Ela tem início devido a acção das leveduras que usam, os açúcares do mosto para o seu crescimento e multiplicação, dando resultado a fermentação de álcool e dióxido de carbono. Enquanto existir oxigénio no mosto, a levedura cresce e multiplica, quando este termina começa a produção de álcool e dióxido de carbono.

A fermentação principal caracteriza-se por um violento desprendimento gasoso da glicose proveniente do desdobramento da maltose que decompõe-se em álcool etílico e dióxido de carbono enquanto que a fermentação lenta ou secundária é muito menos activa que a precedente e que afecta os produtos, dificilmente, fermentáveis e resultantes da sacarificação do amido.

II – Matérias –primas utilizada para a fabricação da cerveja

Para a fabricação de qualquer produto há sempre matérias-primas utilizadas para a obtenção de uma boa qualidade do produto final. No caso da fabricação da cerveja, temos materiais primas fundamentais para o fabrico tais como:

- Água
- Malte
- Lúpulos
- Levedura (agente responsável pela fermentação)

2.1 - Características das matérias-primas

2.1.1- Água para a fabricação da cerveja

A água é a mais barata matéria-prima, mas de extrema importante para a fabricação da cerveja. Representa cerca de 90% do seu volume final. É a parte fundamental na composição da cerveja e deve ser, essencialmente, pura porque a sua boa qualidade está directamente ligada a qualidade final do produto.

Uma fábrica de cerveja terá uma boa cerveja tem se tiver uma boa água e, por isso, para a fabricação da cerveja, especialmente a cerveja branca, a água não deve ser demasiada dura pelo facto de apresentar um grande teor de carbonatos.

Quando ela ferve, o ácido carbónico é expulso e ocorre a precipitação do cálcio. Mas também para além do cálcio, também existe sais na água, que não se precipitam pela fervura, tais como, sais de sódio, magnésio e potássio.

Os sais que se encontram na água influenciam na produção da cerveja e no produto acabado. Além disso, os carbonatos podem ter influência nas quantidades de lúpulos a serem adicionados e dão um sabor acre, cru e desagradável à cerveja. O teor de sais na água influencia também no processo de fermentação.

A influência mais importante dos sais de água resulta de sua acção sobre o PH do mosto e da cerveja. Quando o pH da água é elevado, desfavorece a uma série de reacções importantes que ocorrem durante a fabricação da cerveja.

Com um elevado pH a sacarificação não decorre da melhor forma possível, a filtração do mosto é mais lenta e fosca, o seu rendimento é mais baixo bem como a coagulação das matérias azotadas na ebulição; o amargor da levedura é mais acre e as cervejas com um elevado valor de pH são também mais sensíveis ao desenvolvimento dos fermentos lácticos.

Se a água não apresentar a composição necessária devemos fazer algumas correcções tais como:

Descarbonatação para eliminar do ião bicarbonato que é pernicioso às enzimas e também que forma o calcário nas tubagens quando a água é aquecida.

Acidificação que é feito adicionando o ácido fosfórico e baixando o pH para valores propícios às enzimas. Em caso de aumento de pH, deve-se utilizar substâncias alcalinas como soda e cal.

A água para o fabrico da cerveja deve apresentar uma composição química equilibrada em relação aos catiões (cálcio, magnésio e sódio) e aos aniões (carbonato, bicarbonato, cloreto e sulfato) e também deve apresentar, em pequenas concentrações, zinco e magnésio que influenciam no crescimento da levedura.

O cálcio é um dos catiões mais importantes porque:

- Baixa o pH do mosto por interferência do sistema tampão fosfato (malte);
- Baixa a extracção de taninos e portanto a formação da cor;
- Promove a actividade enzimática – co – factor;
- Contribui para a floculação da levedura;
- Estabiliza a α – amilase a uma temperatura elevada;
- Em condições adequadas evita o aparecimento de cristais de oxalato na cerveja acabada.

O magnésio é importante como co- factor de enzimas durante a fermentação.

Os aniões provocam a subida do pH na água.

Para além dos sais a água contém sempre algumas quantidades de matéria orgânica que não exercem a sua acção sobre a fabricação do mosto. Um forte teor de matéria orgânica representa contudo, um perigo para o processo de higienização e desinfecção.

Do ponto de vista da acidez e alcalinidade, a água é considerada uma mistura tampão $\text{HCO}_3^- / \text{H}_2\text{CO}_3$ que determina o pH da água. A água não contém outros ácidos livres que não seja H_2CO_3 (ácido carbónico).

Durante a fabricação do mosto a água é aquecida gradualmente de acordo com as faixas de temperatura requeridas até à ebulição. Com o aquecimento, o ião bicarbonato capta um protão H^+ provocando, o aumento do pH do meio (acção alcalinizante do ião bicarbonato). Esta acção alcalinizante será proporcional ao teor dos iões bicarbonatos presentes na água.

Devido às reacções secundárias dos componentes químicos da água com os compostos do malte (Ex. fosfatos primários, proteínas, aminoácidos etc.), o equilíbrio entre a acção alcalinizante e acidificante da água, é praticamente obtido. No pH do mosto, a forma mais predominante dos fosfatos é H_2PO_4^- .

.

As designações dos quatros tipos de água utilizada na fábrica de cerveja (Ceris) são:

- Água comum (Ac)
- Água de rede (R)
- Água de fabrico antes do filtro (AFA)
- Água de fabrico depois do filtro (AFD)

Água comum (AC) trata-se de uma água utilizada no fabrico de cerveja mas somente nas outras áreas da planta fabril tais como lavagem de garrafas e higienização de tanques, tubos etc. Por este motivo, o teor de cloro deverá ser de 2 a 3 PPM, com uma condutividade menor 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Estes parâmetros devem ser controlados diariamente.

Água de rede (Ar) – corresponde a uma designação atribuída à água proveniente da rede local do abastecimento de água bem como distribuída por autotanques. A sua utilidade é a mesma que a água comum e os valores normais de condutividade, pH, cloro e dureza total são respectivamente: (<100 mg/l), dureza cálcica(< 10mg/l), alcalinidade (<100mg/l), cloretos (<200mg/l), ferro($\mu\text{S}/\text{cm}$ 0.01), turvidez NTU (< 0.5), sulfato (<60mg/l).

Água de fabrico antes do filtro (AFA) – Pode-se considerá-la como uma água que a nível do tratamento que lhe é dada, se situa entre a água de rede e água comum. É a água utilizada no fabrico de cerveja e refrigerantes. O seu valor de condutividade deve ser menor que 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Água de fabrico depois de filtro (AFD) é a água utilizada para a produção de cerveja e refrigerantes.

Os seus níveis de cloro e condutividade para além dos demais parâmetros devem ser rigorosamente controlados caso contrário afecta a qualidade da cerveja. É uma água que depois de clorificada, é passada pelo filtro de carvão de forma a obter-se uma concentração de cloro de 0mg/l. Mas deverá ainda ter altos teores de cálcio ($< 4.0\text{mg/l}$), de sulfato ($< 14\text{mg/l}$), dureza total ($>4<6$), alcalinidade P (0mg/l), cloreto ($<25\text{mg/l}$) e pH ($>5<7$).

Depois de fazer um breve resumo sobre a água de fabrico de cerveja não podemos deixar também de falar da água como um produto químico.

A água é constituída por átomos de hidrogénio (H) e oxigénio (O), a sua fórmula química é H_2O . Há uma partilha de electrões entre os átomos de hidrogénio e oxigénio.

Grande parte das propriedades da água é devida à estrutura da molécula da água. Essas moléculas ligam-se umas as outras por pontes de hidrogénio.

A repulsão que se exerce devido ao par de electrões livres faz com que os ângulos das ligações H-O em vez de $109^\circ 28'$ sejam $104^\circ 30'$. Quimicamente, nada se compara à água. É um composto de grande estabilidade, um solvente universal e uma fonte poderosa de energia química. Ela é capaz de absorver e liberar mais calor que todas as demais substâncias comuns.

Ela tem um carácter fortemente polar e é um bom solvente.

2.1.2 - Malte

O malte é rico em amido (hidrato de carbono) e enzimas, é a matéria – prima fundamental. Ele obtém – se da cevada preferencialmente dística, através de uma operação que consiste, na germinação controlada do grão e na interrupção desse processo em momento oportuno. Esta operação (maltagem) vai permitir em fase posterior, o fácil desdobramento do material de reserva do grão (essencialmente hidratos de carbono e substâncias azotadas) por via das enzimas formadas durante o processo de germinação.

Malte também é um grão de cereal de cevada submetido a remolho, germinação e no fim é secado e tostado em condições tecnologicamente adequadas.

Para fazer a escolha da cevada para a maltagem deve-se ter em conta algumas características tais como:

- Possuir capacidade germinativa de 100%;
- Baixo teor em proteínas;
- Baixo teor em hidratos de carbono do tipo pentosanas / β – glucanas;
- Elevada capacidade de absorção de enzimas;
- Bom potencial de produção de enzimas;
- Baixo teor em antocianogéneos;
- Elevado potencial de rendimento – grão de elevado calibre.

Tipos de cevada

Hexástica é uma espécie de cevada que possui as seguintes características:

- Possui seis fiadas de grãos;
- Tem baixos rendimentos;
- É palhosa

Dística é também uma espécie de cevada caracterizada pelos seguintes aspectos:

- Possui duas fiadas;
- Mais usada na indústria cervejaria;
- Produz alto rendimento;
- É menos palhosa do que a cevada hexática

Composição de cevada e malte

Cevada	Malte
Amido ---- 68%	Amido ----58%
Proteína ----11%	Açúcares---- 4%
Celulose ----- 5.8%	Sacarose-----5%
Cinzas-----2.9%	Pentosanas solúveis ----- 1%
Gorduras----2.8%	Materiais azotadas 10%
Outros materiais ----9.5%	Celulose---6%
	Outras ---- 6%

Há uma série de processos de transformações da cevada em malte tais como:

- Maltagem – consiste em transformar a cevada em malte e divide-se em três fases seguintes:
- Molhagem
- Germinação
- Estufagem

A operação de maltagem começa com a **molha** da cevada que praticamente, quadruplica o seu teor em água em mais ou menos de 24 horas. Essa operação irá activar a respiração do germe, e possibilitará uma boa difusão enzimática que atingirá todo o grão. Por isso para não haver asfixia do grão pela acumulação do gás carbónico, deve-se realizar, simultaneamente reecirculação do ar.

O objectivo da molha é aumentar o teor em água da cevada a um valor adequado para que se inicie a germinação e se complemente a limpeza.

A **germinação** é um processo que ocorre num período de cinco a sete dias, sendo regularmente humidificada.

Na germinação há envolvimento de uma série de enzimas tais como: as endopeptidases que libertam as glucanas das glicoproteínas, as endoglucanases que atacam o centro das moléculas de glucana, as exoglucanases que libertam celobiose e laminaribiose, as frutonas que atacam as ligações α -1 -2 e α -2-6 (glicose e frutose), as proteínases que atacam as prolaminae e glutelinas e libertam polipeptídios e aminoácidos e por último, as amilases que atacam aproximadamente 5% do amido.

O objectivo da germinação é produzir ou activar no grão, uma série de enzimas ou diastase fundamental nas transformações que ocorrem durante a maltagem, como por exemplo a desagregação na formação de açúcares, solubilização de substâncias azotadas e para o trabalho de brassagem favorece a sacarificação do amido e degradação das substâncias azotadas.

Por fim temos o **processo de estufagem ou secagem** que decorre num período de 24 a 30 horas. Durante este processo são travadas as reacções enzimáticas, e além de se fixar a desagregação ao nível desejado, pode-se dar ao malte algumas características particulares tais como: cor, aroma e gosto. o objectivo desse processo consiste em fixar a composição química, estabilizar a secagem do malte verde em aproximadamente 5% de humidade e promover a formação de cor aroma e gosto.

2.1.3 - Lúpulos

Lúpulos é uma planta trepadeira cuja a caule tem comprimento de 5 a 8 metros. Ela dura vários anos. Ele é cultivado em regiões onde as condições para o seu crescimento são favoráveis. Essas regiões onde são cultivados e exportados são a seguir mencionadas: Alemanha do Sul (Bavaria), Checoslováquia (Boémia), Inglaterra (Kent, Surrey) E.U.A (Califórnia, Nova Iorque e mais estados).

Os lúpulos dão à cerveja um sabor amargo e contribuem essencialmente para o seu aroma. As substâncias do lúpulo são únicas no reino vegetal e não podem ser substituídas validamente por outras substâncias.

O lúpulo é uma planta que tem divisão em planta feminina e masculina. São as plantas femininas que dão inflorescências e que sob o nome de cones de lúpulos, se utilizam na fabricação da cerveja.

O lúpulo recém colhido com um teor de água de cerca de 75-80% não é estável durante a armazenagem e por causa disso tem imediatamente de ser seco. Isso faz-se em secadores especiais de lúpulo que, no princípio, são construídos como secadores de malte.

A composição de lúpulos é de maior importância para a qualidade de cerveja. Isto especialmente para a cerveja normal, porque a aroma do lúpulo, nesta composição contribui e para o carácter da cerveja.

Composição média de lúpulo

- Substâncias amargas -----19%
- Óleos essenciais ----- -0.5%
- Tanino-----4%
- Proteína-----20%
- Substâncias minerais-----8%

O resto compõe-se de celulose e outras substâncias, que não têm importância para a fabricação da cerveja.

As substâncias amargas são os componentes mais preciosos e característicos no lúpulo. Elas dão à cerveja o seu sabor amargo, promovem a estabilidade de espuma da cerveja, têm um efeito antisséptico em microorganismo e promovem o sono no homem.

As substâncias amargas divide-se em:

α – ácidos e β -ácidos de acordo com estrutura:

α – ácidos

β -ácidos

Isomerização de **α – ácidos** e de **β -ácidos** do lúpulo durante a ebulição do mosto conforme as reacções representadas.

2.1.4- Levedura (agente responsável pela fermentação)

A levedura é um organismo vegetal unicelular. O seu tamanho varia entre 6 -9 μm e cada célula individual só poderá ser vista com o auxílio do microscópico. Ela é responsável pelo processo de fermentação da cerveja, transformando o mosto em álcool e gás carbónico (CO_2).

2.1.4 a)-Reprodução de leveduras

A reprodução de leveduras dá se por dois processos:

-Por divisão vegetativa

O processo normal de reprodução das leveduras é a gemulação com formação de gomos ou gémulas que, no essencial, é um processo de divisão celular semelhante ao de todas as células vivas com a consequente duplicação dos cromossomas e, portanto, do material genético (ou seja do DNA) na mitose, como já foi descrito anteriormente.

A primeira fase da gemulação deve consistir num enfraquecimento da parede celular pela secreção duma enzima apropriada.

Cada gemulação deixa uma cicatriz na parede, podendo graças à microscopia electrónica, saber-se o número de vezes que uma levedura gemulou e, portanto, ter uma ideia da sua idade. Uma célula pode gemular uma centena de vezes. Há certas leveduras que dão gomos a toda a volta (como é o caso das torulas). As *saccharomyces* dão gomos só numa direcção processa designado gemulação

Outras leveduras multiplicam-se por cissiparidade (divisão ao meio como as bactérias).

- Por esporos

Quando as condições de vida não lhe são favoráveis, algumas leveduras e, entre elas, as *saccharomyces*, são capazes de esporulçar dando ascósporos, - corpúsculos redondos de pequenas dimensões.

No núcleo das células vegetativas das leveduras, os cromossomas encontram-se aos pares - as células são chamadas diploides, isto é, são obtida pela conjugação de duas gâmetas derivadas dos esporos.

Admite – se que cada célula de levedura tem 16 pares de cromossomas (32 cromossomas ao todo).

Antes da formação dos ascósporos, o núcleo da célula vegetativa divide-se uma ou mais vezes (normalmente duas) por uma divisão especial denominada meiose em que não se dá a duplicação dos cromossomas (também conhecida pelo nome de divisão de redução).

Formam-se portanto, ascas com 4 células, cada uma com apenas com 16 cromossomas, isto é, metade dos cromossomas da célula original – células haploides.

Não se procedendo ao isolamento individual, os gâmetas conjugam – se com os seus vizinhos complementares, de tipo oposto, para restaurar a fase diploide.

Se se proceder ao isolamento dos esporos, ou se eles estão em contacto com esporos do mesmo tipo, cada esporo germina produzindo um aglomerado de células redondas haploides que prosseguem um período de crescimento vegetativo (divisão mitótica). Esse período é denominado haplofase e pode prosseguir por muitas gerações, antes que ocorra uma conjugação e se dê, portanto, a fusão celular (reprodução sexuada) com formação de um zigoto (heterozigoto) que reconstitui a diplofase.

A levedura da cerveja pertence ao grupo dos saccharamyces que se adicionam ao mosto lupulado depois de arrefecido como agente da fermentação alcoólica e pode ser classificada como:

- *Saccharomyces cerevisiae*- utilizada para a fermentação alta para os seguintes tipos de cerveja: cerveja inglesa (ale, stout e porter).
- *Saccharomyces (uvarum) carsbergensis*- levedura para a fermentação baixa nas cervejas normais de tipo pilsener, ceris sagres e heineken.

A levedura da cerveja é muito rara no seu estado natural. Daí que as fábricas de cervejas utilizam a levedura proveniente de cultura que são mantidas durante centenas de anos.

2.1.4.b) – Propagação de levedura

A propagação é um processo pelo qual se semeia uma estirpe pura de levedura, numa pequena quantidade de mosto estéril, deixando-se multiplicar, acrescentando sucessivamente quantidades maiores de mostos.

Este processo é iniciado no laboratório num balão estéril com 5l de mosto e inicia-se com uma célula única. Após 24 horas é transmitido para um levumir, depois para um propagador e finalmente para uma cuba de fermentação. Convém lembrar que se deve arejar o mosto em todas as fases de propagação.

A escolha de levedura deve ser feita de acordo com tipo de cerveja que se quer fazer e também com a forma da cuba de fermentação utilizada.

- O grau de atenuação – isto é o poder que a levedura tem de fermentar ou não todos os açúcares do mosto.
- A velocidade de crescimento ou a rapidez com que a levedura começa a multiplicar-se.
- Floculência – tendência para formar aglomerados e consequentemente sedimentar.

Há leveduras floculentas, isto é as leveduras que no fim da fermentação se depositam no fundo da cuba e as leveduras não floculentas que ficam em suspensão. As leveduras são seleccionadas na base do aroma e flavour de cerveja produzida.

A levedura utilizada depois de várias fermentações é desprezada por não conseguir fermentar bem os açúcares do mosto e por ser multiplicar muito lentamente.

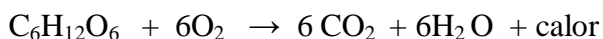
A levedura não deve estar contaminada em nenhuma das fases da propagação. Caso contrário deve ser desprezada.

A cada fermentação de uma levedura, dá-se o nome de geração. Quando se começa a propagação até terminá-la na cuba de fermentação, inicia –se a geração zero, sendo que as próximas fermentação são a geração nº 1 e depois a 2 e assim sucessivamente.

É importante utilizar variedades puras de levedura porque qualquer influencia ligeira no comportamento da levedura, pode provocar diferenças significativas no aroma e corpo da cerveja final.

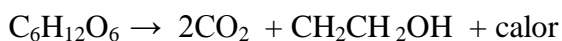
Ela requer energia para a formação de novas células e para outros processos que ocorrem nas mesmas. A energia é desenvolvida pela combustão da matéria orgânica e principalmente os açúcares presentes no mosto.

Enquanto houver oxigénio suficiente, a levedura propagará por divisão celular através da absorção de oxigénio e pela formação de anidrido carbónico.



Açúcar + oxigénio → dióxido de carbono + água + calor

Este é o metabolismo da respiração e, quando a maior parte do oxigénio for consumido, o segundo metabolismo da levedura começa e é chamado de fermentação.



Açúcar → dióxido de carbono + álcool + calor

A actividade de uma levedura de cerveja durante a fermentação pode dividir-se em três áreas:

- Nutrição (absorção de açúcares e aminoácidos);
- Formação de subproduto é, excreção de compostos que constituem para o aroma e gosto dos produtos;
- Remoção de levedura do mosto fermentado;

Estas actividades são influenciados por dois factores determinantes estirpe de levedura e compostos do mosto.

È impossível dissociar estes dois factores. Qualquer variação na composição do mosto afectará, inevitavelmente, o comportamento da levedura e, inversamente, qualquer mudança na estirpe de levedura, influenciará a forma pela qual o mosto é fermentado e portanto, em qualquer dos casos influenciar-se-ão as características organocépticas da cerveja acabada.

2.1.4.c)- Controlo do crescimento de levedura

Faz -se a contagem microscópica das células de levedura em cada fase da propagação.

A contagem é feita numa câmara chamada câmara de Thomas. Faz-se a contagem do número total de células e a contagem das células mortas.

Este método é o mais directo. Usa-se um corante, o azul metileno, que só cora as células mortas. Com esta reacção não se sabe ao certo se é o resultado da incapacidade das células vivas de absorverem o corante ou da sua habilidade em reduzir quimicamente o corante deixando o incolor.

Com a câmara de Thomas pode-se estimar simultaneamente o número de células e a variabilidade (% de células vivas).

2.1.4.d) – Consequência de infecções por microorganismo na cerveja.

Bactérias lácticas – acidificação intensa, turvação e formação de diacetilo.

As cervejas produzidas a partir de leveduras de fermentação contaminada por entérobacterias têm quantidade ligeiramente superior de acetaldeído, de n-propanol de isobutanol e álcool isoamílico.

2.1.4.e) Composição química da levedura de cerveja

A levedura contém cerca de 75% de água. Os constituintes mais importantes em peso são a glicogénio, a trealose, as matérias azotadas, as gomas de levedura, os lípidos e as matérias minerais.

O glicogénio (hidrato de carbono complexo da mesma fórmula bruta que o amido) e a trealose (dissocárido) constituem a reserva hidrocarbonada da levedura.

O teor em matérias azotadas é normalmente 45%, o de lípidos 2 a 5 % o de matérias minerais 8% (constituída principalmente por fosfatos) e o de gomas oscila a volta de 5%.

Contém evidentemente enzimas factores de crescimento (inositol, ácido pantoténico, vitamina B1) biotina ou vitamina H, (piridoxina ou vitamina B6 e outras), sistema óxido reductores (citocromo e glutatião), por firinas.

A levedura de cerveja é a fonte mais rica de vitaminas do grupo B. Contém amido vitamina C, vitamina E ergosterol que é a protamina D (quando irradiada pelos raios ultra-violetas forma vitamina D).

2.2- Factores que aumentam o crescimento da levedura

- Sementeira (elevada)
- Sementeira o mais cedo possível
- Boa distribuição no mosto
- Boa viabilidade da levedura de sementeira
- Temperatura óptima de sementeira
- Arejamento óptimo do mosto

2.3-Assimilação dos aminoácidos do mosto quando é adicionado a levedura

1- Assimilados na fase inicial de crescimento

- asparagina
- glutamina
- serina
- treonina

2- Assimilados após a fase estacionária

- metionina
- lisina
- ácido aspartico
- ácido glutâmico
- isoleucina
- arginina
- leucina

3- Assimilados lenta e incompletamente

- histidina
- valina
- fenilalanina
- alanina
- glicina
- tirosina
- triptofano

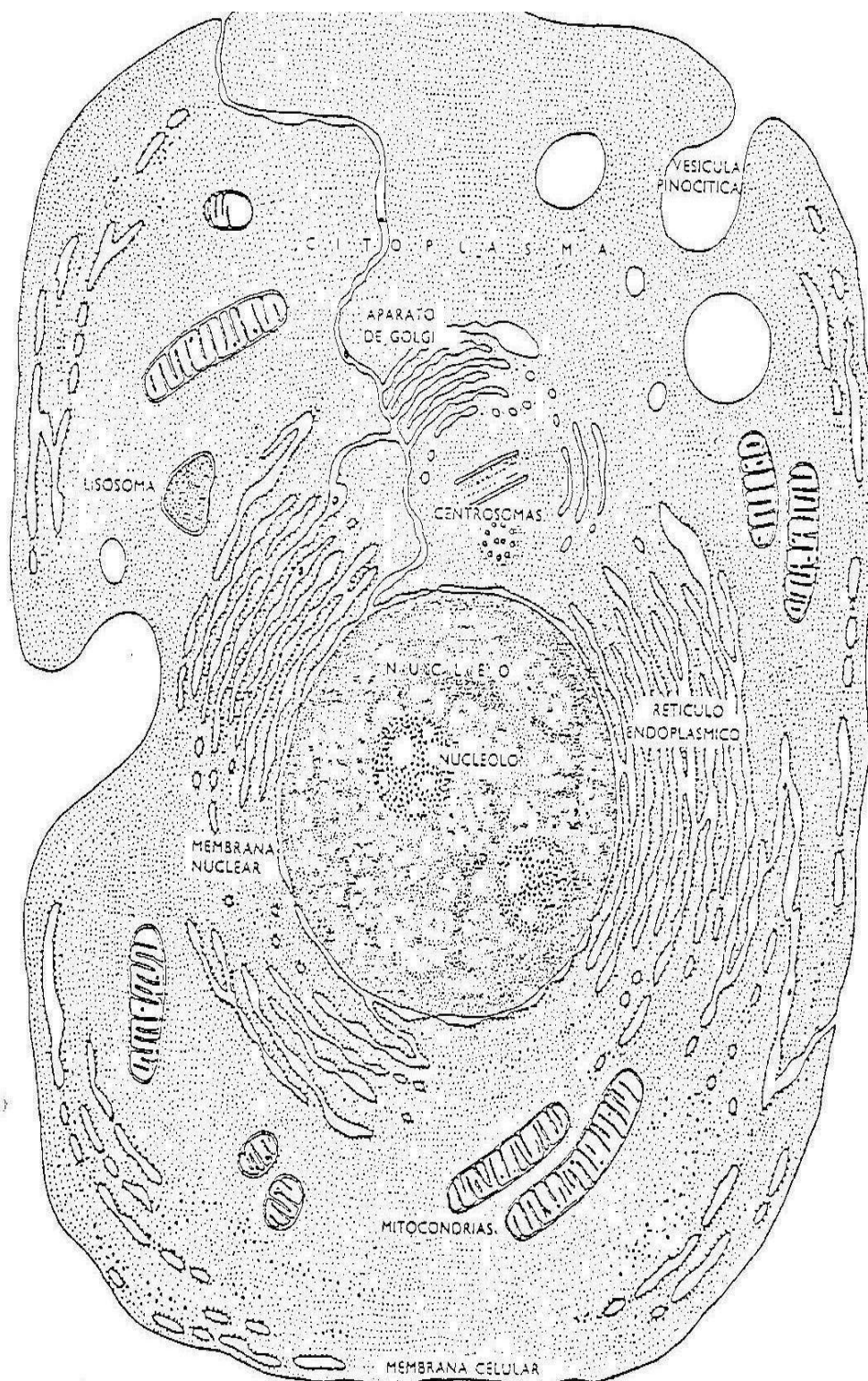
4- Não assimilado

- prolina

2.4- Factores que flocculam a levedura no fim da fermentação

- Mudança na composição da parede celular
- Diminuição da concentração dos factores desfloculantes. Ex. Açúcares
- Aumento da concentração dos factores flocculantes. Ex. Álcool
- Redução de desprendimento das bolhas de CO₂

2.5- Diagrama de uma célula de levedura



III – Fabricação do mosto

O processo de fabricação do mosto tem como objectivo extrair as substâncias solúveis do malte e do lúpulo e separar as substâncias não solúveis. O processo divide-se em três grandes etapas:

- 1- Empastagem
- 2- Filtração
- 3- Ebulição

3.1- Empastagem

É o nome dado à mistura de água e matérias-primas de fabrico que na sala de fabrico do mosto é transformada pelas enzimas do malte. O próprio processo enzimático, com que as matérias-primas de fabricação são transformadas é chamado de maceração.

O processo de maceração começa com a empastagem, ou seja mistura do malte moído com a água. Esta mistura tem de ser tão completa quanto possível. Não devem formar-se grumos, porque o interior deles não é penetrado pela água. Toda a massa tem de ter um aspecto como “papas”.

A maneira mais simples de empastar, é introduzir primeiro o volume de água necessário na cuba de mosto e, a seguir deixar os materiais de fabricação correr através dum tubo que pode ser afastado depois da empastagem. O agitador tem de estar em marcha durante a empastagem para se conseguir uma mistura boa e homogénea.

Depois da empastagem o mosto é aquecido gradualmente a uma temperatura de 75° a 78°C. Durante o aquecimento do mosto normalmente tem de ser mantido durante um espaço de tempo mais curto ou mais longo nas seguintes temperaturas.

- ✓ 35-40° C ----- empastagem
- ✓ 45-50°C----- Intervalo de proteína(peptonização)
- ✓ Cerca 63°C----Intervalo de sacarificação
- ✓ 75-78°C-----Fim da maceração

As quantidades de água, que se usam na empastagem, determinam a densidade do mosto original e o efeito das enzimas. Na prática faz-se com que o mosto original seja cerca de 1,2 a 1,6 vezes mais denso do que o mosto acabado.

Existem vários métodos de macerar, mas o motivo da escolha do método varia de fábrica para fábrica.

3.1.1-Tipos de métodos utilizados

- O método por decocção;
- O método por infusão,
- O método misturado da maceração.

3.1.2- Descrição dos métodos

O método por decocção é um método em que uma parte do mosto é bombada da cuba de mosto para uma caldeira de mosto, onde a temperatura dessa parte de mosto é levada à ebulição. Este aquecimento pode fazer-se sem tomar em consideração os patamares de desagregação da proteína e do amido. O mosto levado à ebulição é bombado novamente para a cuba do mosto, o que eleva a temperatura em todo o volume de mosto ao vapor desejado.

No método por decocção a temperatura no mosto é aumentada tirando uma parte do mosto e, aquecendo até à ebulição. Depois que ele retorna para junto da parte principal do mosto. O método por decocção usa-se na produção de cerveja de fermentação baixa, embora também possa-se usar na produção de cerveja de fermentação alta. Com a ebulição uma parte do mosto consegue-se tanto uma empesagem forte do amido com também, que na cerveja acabada exista um gosto mais agradável.

De acordo com o número de porções do mosto que se leva à ebulição, fala-se sobre métodos de uma, duas ou três caldas.

O método de três caldas é o método de ebulição mais antigo e talvez o mais seguro quanto ao funcionamento. Em compensação, ele também é o mais complicado e o método que exige mais tempo. Depois da empastagem ou aquecimento a 35-37°C tira-se cerca de 1/3 de mosto espesso para ebulição fazendo com que no retorno se alcance um aumento de temperatura até cerca de 50°C, depois desta temperatura ter sido mantida durante um tempo

O método por infusão neste método todo o volume do mosto é aquecido gradualmente para a temperatura final da maceração. O aquecimento pode fazer-se com ou sem intervalos de formação de proteínas e de sacarificação. O malte que se usa neste método, tem de ser desagregado.

- ✓ **O método misturado de maceração** este método é uma combinação do método por decocção e do método por infusão.

3.2-Filtração do Mosto

A filtração tem por objectivo a obtenção de um mosto límpido, separado da fracção insolúvel, com o mínimo de perdas possível.

O mosto deve ser brilhante, pois, quanto mais turvação houver, significa que se consegue que este tenha maior teor em lípidos, cuja concentração deve ser regulada mediante os seus efeitos positivos e negativos a nível do processo e estabilidade do produto final.

Do ponto de vista positivo deve-se a necessidade que a levedura tem para restabelecer a membrana plasmática e o aumento da velocidade de fermentação.

Em relação aos efeitos negativos os ácidos gordos (T- glicerídeos e os fosfolípidos) diminuem a estabilidade da espuma, inibem a síntese dos ésteres durante fermentação e ainda são precursores de compostos carbonilados responsáveis pelo envelhecimento da cerveja.

3.3- Ebulição do Mosto

A ebulição do mosto tem como objectivo a esterilização do mosto, inactivação de enzimas, a volatilização de substâncias indesejáveis para o aroma e o gosto da cerveja final, a fixação da composição (as reacções), a isomerização de α – ácido para iso – α – ácidos, a formação de substâncias redutoras (via reacção de Maillard), o desenvolvimento de coloração, a coagulação de proteínas e a precipitação de complexo/ taninos e concentração do mosto.

Durante o processo de ebulição deve-se ter em consideração os seguintes factores:

- pH
- tempo
- taxa de evaporação (dependente do grau de humidade exterior)
- temperatura
- intensidade da ebulição

3.4 - Composição Química do mosto

O mosto contém na sua composição as seguintes substâncias:

- Açúcares simples
- Dextrinas
- Composto azotados
- Amino – ácidos
- Peptídeos
- Proteínas
- Ácidos livres como o ácido láctico
- Aminas
- Iões
- Ácidos nucleicos
- Compostos fenólicos
- Vitaminas
- Lípidos
- Princípios amargos do lúpulo, etc.

IV – Fermentação

Após a brassagem dispomos dum mosto frio contendo açúcares fermentáveis. Na fase seguinte da fabricação da cerveja vai aparecer o álcool resultante da transformação dos açúcares por acção das leveduras.

A fermentação alcoólica é o desdobramento do açúcar em álcool e dióxido de carbono, por acção de leveduras que designamos por fermento alcoólico.

Praticamente, a fermentação processa-se em duas fases:

- Fermentação principal ou tumultuosa caracterizada por um violento desprendimento gasoso (a glicose, proveniente do desdobramento da maltose, que se decompõe em álcool etílico e dióxido de carbono).

A fermentação lenta, secundária ou complementar é muito menos activa que a precedente e que afecta os produtos dificilmente fermentáveis resultante da sacarificação do amido.

4.1- Tipos de fermentação

A fermentação pode efectuar-se por dois métodos:

- fermentação alta
- fermentação baixa

- **A fermentação alta** que utiliza as leveduras ditas altas, faz-se a uma temperatura relativamente elevada; 12 a 20 graus para a fermentação principal. Durante a fermentação as leveduras vêm à superfície, revitalizam-se e a fermentação é de curta duração.

- **A fermentação baixa** utiliza leveduras ditas baixas, e as temperaturas durante a fermentação principal rondam 7 a 14 graus. As leveduras não vêm à superfície, não se revitalizam e a fermentação dura mais tempo.

È muito importante para a qualidade da cerveja, o tipo de leveduras com que se trabalha, pelo que é indispensável isolá-las e multiplicá-las em laboratório, evitando a contaminação com outros microorganismo (infecção).

4.2- Fases da fermentação principal

A fermentação principal pode-se dividir em 4 fases:

1ª Fase: 12-24 horas

Após o enchimento dos tanques de fermentação, 12 a 24 horas depois, a levedura começará a fermentar. Nesta fase a levedura propagará e consumirá o oxigénio do mosto. Esta fase é observada pela formação de uma espuma fina ao longo dos tanques e no topo da superfície do mosto em fermentação.

2ª Fase: 24-48 horas

A fermentação encontra-se em acção e uma “cabeça” fina, de cor creme aparece na parte superior do mosto em fermentação. Esta camada contém separações de resina de lúpulos, proteína e outros sedimentos.

3ª Fase: 72-120 horas

A espuma deixa de ser atraente e é a fase mais intensa da fermentação. Nesta fase ocorre o maior consumo de extracto, cerca de 1,5 a 2% plato em 24 horas.

4ª Fase: 144-192 horas

As “cabeças” desaparecem e deixam apenas uma cobertura acastanhada na superfície, composta por sedimentos e resinas de lúpulos.

Quando aproximadamente 90% de extracto fermentescível for transformado em álcool e dióxido de carbono, a fermentação principal é considerada completa e as cubas de fermentação são postas a arrefecer. A temperatura será, num período de 24-48 horas igual a 5-7 graus centígrados.

Durante este processo de arrefecimento, grande parte da levedura precipitar-se-á no fundo da cuba de fermentação, de forma a permitir a recolha de levedura que poderá ser usada para a fermentação de um novo mosto.

A cerveja neste ponto contém substâncias fermentescíveis, um gosto cru e de levedura, com um baixo teor de dióxido de carbono (cerca de 0,2-0,35%, que equivale a metade de teor do produto final).

Durante o período de guarda, o restante extracto fermentescível é consumido. O dióxido de carbono que se desenvolve com a baixa temperatura e excesso de pressão na cuba de fermentação aumentará.

Será necessário contudo, ajustar o dióxido de carbono antes da linha de enchimento.

As substâncias que provocam turbidez são parcialmente reduzidas pela filtração e/ou centrifugação no fim da maturação/guarda.

4.3- Controlo da fermentação

O controlo da fermentação é feito principalmente através de:

- 1- Atenuação
- 2- Estado da levedura
- 3- Infecções
- 4- Temperatura

A **atenuação** é medida pela densidade, o objectivo principal da fermentação deve ser sempre o de atingir o limite de fermentação e o de atingir o limite de atenuação.

Uma cerveja insuficientemente fermentada é menos apurada se se encontra afastada do limite que podemos detectar um gosto adocicado. No laboratório controlamos permanentemente o limite de fermentação.

Estado de levedura

Cada levedura utilizada (geração) controlamos o seu estado fisiológico, isto é, a sua capacidade de multiplicar as células e a quantidade existente de células mortas e vivas. Este trabalho é feito no laboratório. Por outro lado, controla-se a floculação da levedura e o seu depósito nos levuriers.

As infecções

È importante manter livre de infecções a cerveja na fermentação. Para que não haja infecções é necessário:

- Fazer a lavagem e desinfecção das cubas de fermentação antes de receber o mosto para fermentação;
- Evitar a contaminação do mosto no percurso caldeira de ebulição cuba de fermentação;
- Injectar ar esterilizado;

- Tomar cuidado com a levedura e a sua adição ao mosto;
- Seguir atentamente as regras de higiene na indústria alimentar.

Temperatura

A temperatura da fermentação tem uma influência directa na definição do perfil sensorial da cerveja. Daí a sua importância na fermentação e o seu rigoroso controlo.

Na fermentação baixa é importante manter e controlar a temperatura durante todas as etapas

4.4- Condução da fermentação

4.4.1- Fermentação Baixa

O mosto arejado e desembaraçado do trub é arrefecido e dá entrada na cuba de fermentação a uma temperatura de 6-12°C.

A este mosto é adicionado a levedura. A regra clássica é de ½ litro de levedura postosa para cada hl de mosto.

Hoje esta regra não é muito utilizada, constam-se o número de células existente na levedura no laboratório.

A cuba de fermentação é enchida até 80% do seu volume total evitando assim que a espuma formada pela acção do dióxido de carbono (CO₂) não se transborde da cuba.

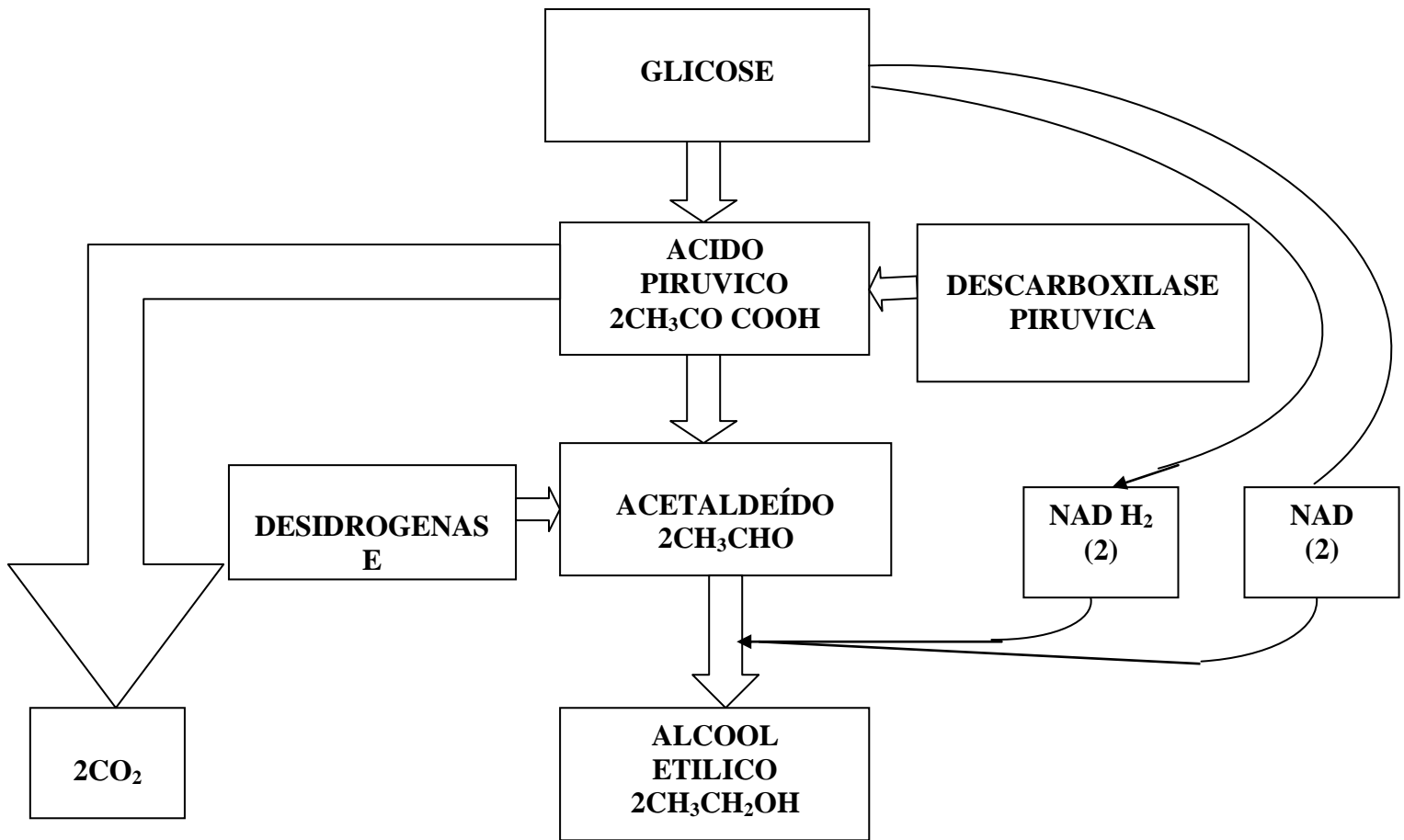
O controlo da temperatura na fermentação baixa é muito delicado. É preciso ter muita atenção no sentido de não baixar bruscamente a temperatura, porque tal impediria em alguns casos a continuação da fermentação.

A temperatura deve ser constante em cada fase, a alteração da temperatura na mesma fase afecta a qualidade da cerveja.

A fermentação principal demora normalmente 7 a 10 dias. As cervejas denominadas fortes, com alto teor alcoólico, demoram mais tempo a fermentar que as denominadas fracas com baixo teor alcoólico

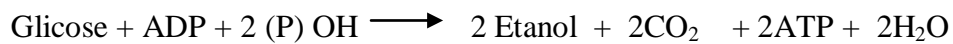
Após o término da fermentação principal recolhe-se a levedura para ser utilizada nos próximos mostos para fermentação.

4.5- Esquema simplificada da fermentação alcoólica da glicose

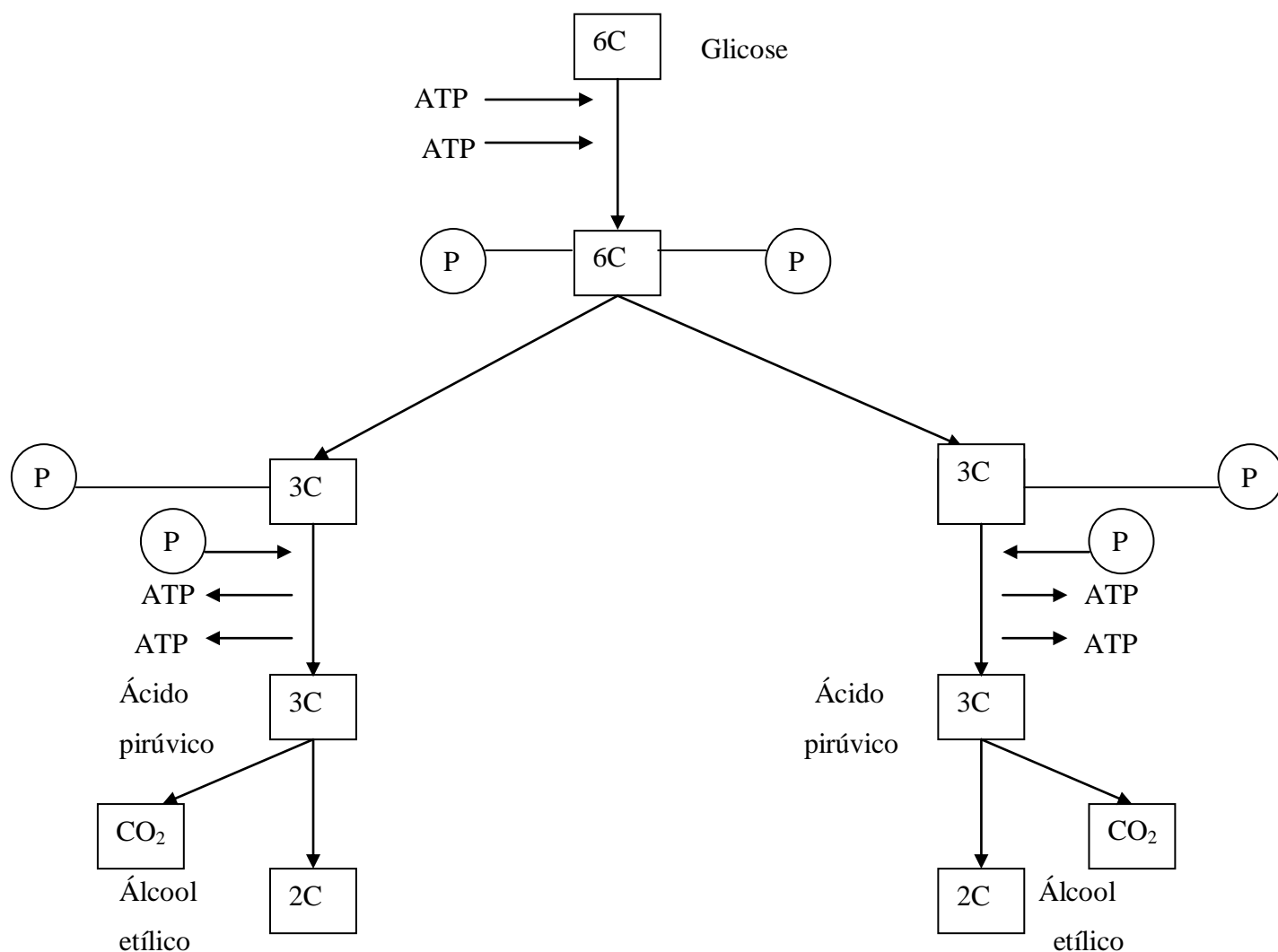


NAD – Coenzima nicotinamida
Adenina dinucleotídeo

NADH₂- Forma reduzida do NAD

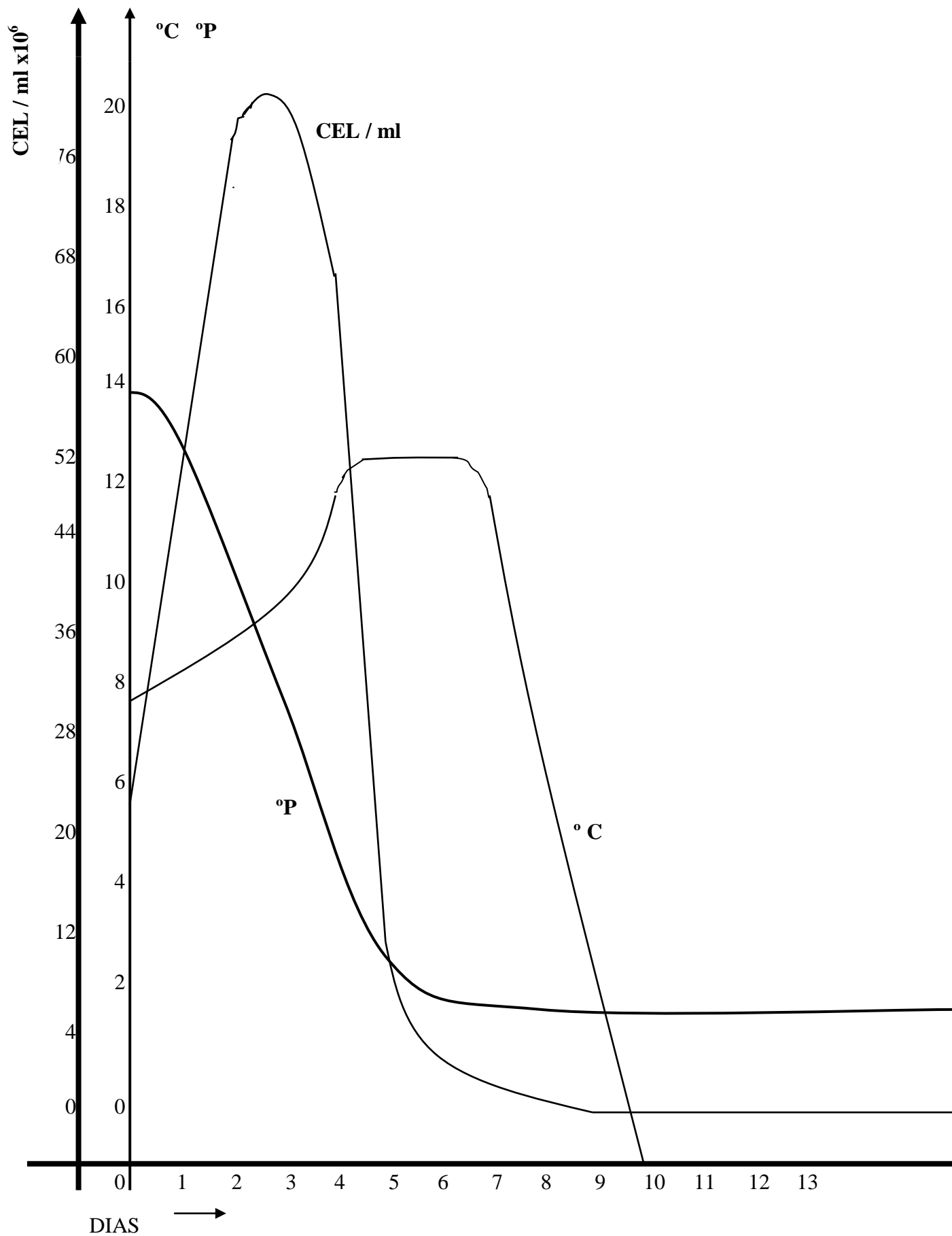


4.6- DIAGRAMA ABREVIADO DAS PRINCIPAIS REACÇÕES QUÍMICAS DA FERMENTAÇÃO ALCÓOLICA



Na fermentação, a reacção que desdobra a glicose em dois compostos de 3C, consome duas moléculas de ATP. A seguir, cada composto de 3C produz duas moléculas de ATP, mediante uma série de reacções, nas quais aqueles compostos se combinam com um ião fosfato e se transformam em ácido pirúvico. Portanto, a fermentação dá um lucro de duas moléculas de ATP por cada molécula de glicose

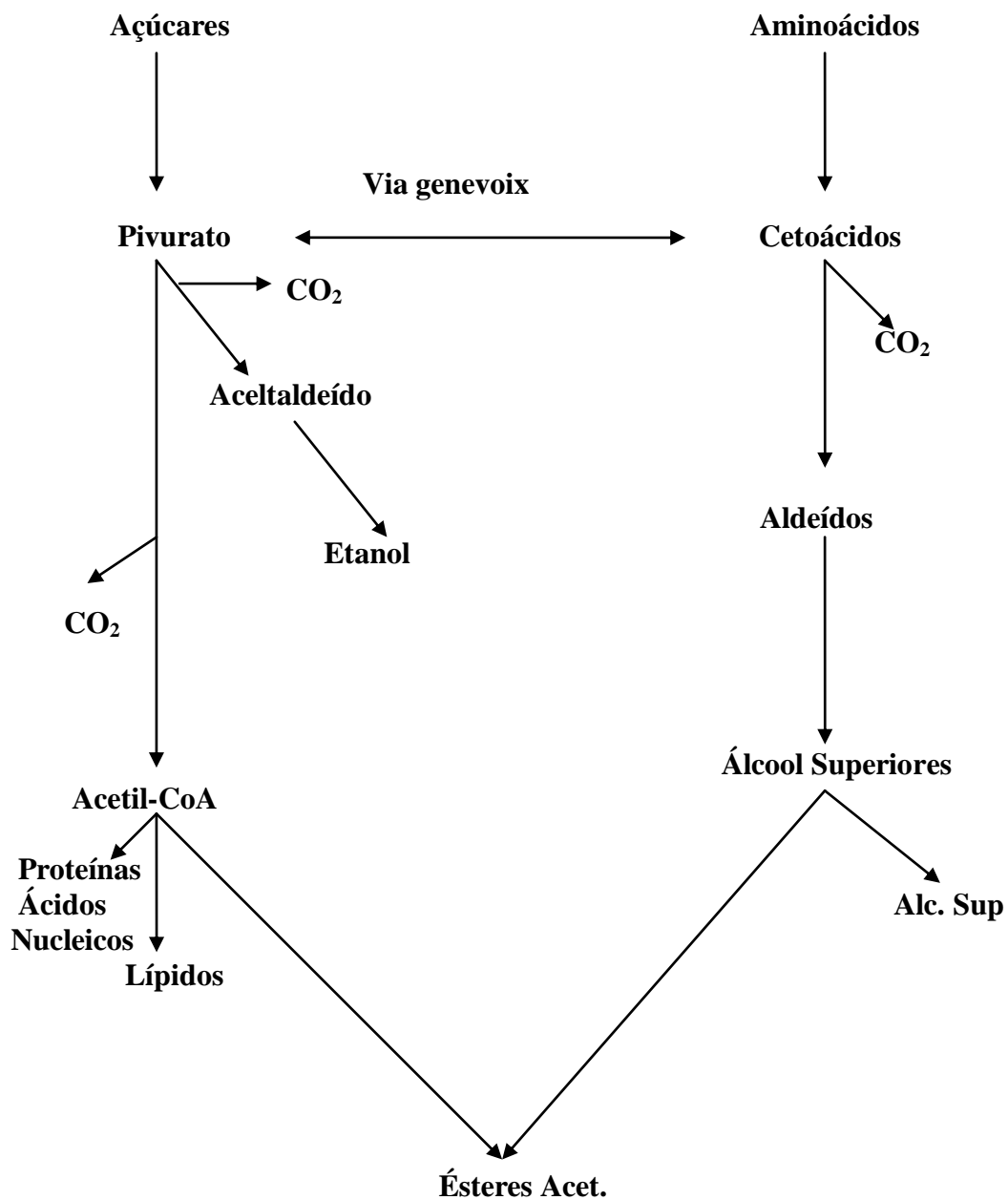
4.7- Exemplo de um gráfico de fermentação



Durante a fermentação alcoólica há formação de produtos primários e secundários tais como:

- Produtos primários - álcool e CO_2
- Produtos secundários ou sub – produtos álcoois superiores, esterres, ácidos voláteis, dicetonas, aldeído compostos sulfurado, etc.

4.8- Esquema de formação de subprodutos



V – Conclusões

Ao finalizar esta monografia, fruto de dedicação e esforço, que só foi possível a sua concretização com forte investigação bibliográfica, análise e reflexão sentimos que os nossos objectivos foram plenamente atingidos.

Acerca deste trabalho foram registados algumas conclusões:

- Os nossos conhecimentos teóricos adquiridos durante o curso foram aprofundados e consolidados;

- Quanto as matérias-primas utilizadas para o fabrico da cerveja, foi de extrema importância, pois concluímos que a água representa cerca 90% do volume total da cerveja e que para ter uma boa cerveja a água deve cumprir as seguintes condições:

- Ter um nível de catiões e aniões adequados;
- Ser incolor, inodora e isento de qualquer matéria orgânica;
- Ter os níveis da alcalinidade, pH, condutividade e dureza completamente adequados.
- Ter um nível de cloretos como NaCl que possa variar segundo a preferência do sabor;
- Para além da água temos a levedura que é um agente da fermentação, pois transforma os açúcares do mosto arrefecido em álcool, dióxido de carbono e outros subprodutos importantes no perfil aromático da cerveja final.

- No que se refere a fermentação alcoólica concluímos que é necessário arejamento do mosto para garantir o crescimento da levedura (fase de respiração) e só depois é que dá início ao processo de Fermentação (ambiente de anaerobiose) e, portanto, com a produção de álcool e dióxido de carbono.

Os Subprodutos da fermentação (fermentação secundária), nomeadamente os álcoois superiores e ésteres são muito importante para as características aromáticas da cerveja.

As informações que constam neste trabalho estimulam as pessoas interessadas em exercitar e aprofundar no tema, visto que há muito mais para serem desenvolvidas.

Bibliografia

- Jean De Clerck, Courde Brasserie, ° Edition, Vol 1
- Dufour, J.P., Devrevx, Apostilas e do curso de Pós-graduação em Ciências cervejeiras
- Produção de cerveja, Apostila, UNCER Leça do Balio, Portugal
- WOLFGANG KUNZE, Technology Brewing And Malting
- CHRIS BOULTON and DAVID QUAIN, Brewing And Malting
- Master Brewers Association of the Americas, EL Cerecero en la Prática
- J.R.A. Pollock, Brewing Science Volume 2
- URGELDE ALMEIDA LIMA EUGÊNIO AQUARONE; WALTER BORZANI, Biotecnologia, Tecnologia das Fermentações.
- Sandra Maria S. Freire, monografia, “ Controlo Químico da água para fabrico de cerveja”, Julho de 1998
- António Fernandes de Oliveira Ramos/ Francisco Agnelo Andrade de P. Tavares, monografia, “ Química aplicada no progresso de fabricação do mosto da cerveja,”Julho de 2000

PERFIL AROMÁTICO

AROMA-FLAVOR		GRUPO DE CONSTITUINTES VOLÁTEIS	LMIARES DE PERCEPÇÃO (PPM)
1	Álcool	Álcool isomilico	80
2	Álcool aromático	Isobutano + álcool isoamilico	115
3	Álcool aromático – flores	1+2+β –fenil etanol	90
4	Solvente-fruté	Acetato de etilo	33
5	Banana	Isobcaproutil acetato, isoamilacetato	1,60
6	Banana aromática	Ácoois superiores + ésteres de banana(3+5)	----
7	Maça	Caproato de etilo, caprilato de etilo	0,35
8	Ésteres- fruité	Σ 4+5+7	----
9	Ranço (ácidos gordos)	Ácido caprico, caproico, caprilico	15,13

Quadro1

Análise Físico-Química da Fabricação de cerveja

Data:30/03/06

Fabricação do mosto															
Fabrico: 51	pH	Extra cto (°P)	Sacari ficação	Fabri Co: 52	pH	Extra cto (°P)	Sacari ficação	Fabri Co: 53	pH	Extra cto (°P)	Sacari ficação	Fabri Co: 54	pH	Extr acto (°P)	Sacari ficação
Empastagem	5,69	----	N		5,82	-----	N		5,75	----	N		5,64	-----	N
Sacarificação	5,79	----	N		5,79	-----	N		5,74	----	N		5,67	-----	N
1º mosto	5,81	19,2	N		5,78	18,9	N		5,71	18,4	N		5,67	19,3	N
Última água	6,41	1,5	N		5,89	1,0	N		5,78	1,8	N		5,87	0,9	N
Após ebulição	5,40	12,0	N		5,44	12,9	N		5,32	12,0	N		5,23	11,7	N

Quadro2

Continuação do quadro

Fabrico: 55	pH	Extracto (°P)	Sacari ficação	Fabrico: 56	pH	Extra cto (°P)	Sacari ficação	Fabri Co: 57	pH	Extra cto (°P)	Sacari ficação
Empastagem	5,69	----	N		5,48	----	N		5,52	-----	N
Sacarificação	5,69	----	N		5,49	----	N		5,53	-----	N
1º mosto	5,69	18,8	N		5,47	19,2	N		5,50	19,6	N
Última água	5,73	0,9	N		5,62	0,9	N		5,69	1,2	N
Após ebulição	5,16	11,9	N		5,04	12,5	N		5,08	12,4	N

Quadro 3

Data:30/03/06

Arrefecimento do mosto				
Fabrico nº:	Extracto (°P)	Amargor (°EBC)	Ca (mg/litr)	Cor(°EBC)
51	12,0	30	64	9,8
52	12,7	42	58	10,8
53	12,0	33	58	9,6
54	11,7	29	60	9,1
55	11,8	30	60	10,0
56	12,4	31	58	11,5
57	12,3	30	60	11,4

Quadro 4

Data:30/03/06

Fermentação					
Fabrico nº:	Cuba nº	Extracto (°P)	pH	Tempo (dias)	Temperatura (° c)
50/51	4	10,3	4,63	1	-----
52/54	8	11,4	4,74	1	-----
53/5 5	6	11,3	4,87	1	-----

Quadro 5

OBS: A temperatura não foi registada

Data: 31/04/06

Fermentação					
Fabrico nº:	Cuba nº	Extracto (°P)	pH	Tempo (dias)	Temperatura (° c)
50/51	4	8,8	4,38	2	10°
52/54	8	9,6	4,39	2	15°
53/5 5	6	10,2	4,44	2	10°

Quadro 6

Data: 01/04/06

Fermentação					
Fabrico nº:	Cuba nº	Extracto (°P)	pH	Tempo (dias)	Temperatura (° c)
50/51	4	6,6	4,32	3	9°
52/54	8	7,5	4,30	3	13°
53/5 5	6	8,4	4,35	3	9°

Quadro 7

Data: 03/04/06

Fermentação					
Fabrico nº:	Cuba nº	Extracto (°P)	pH	Tempo (dias)	Temperatura (° c)
50/51	4	2,8	4,12	5	
52/54	8	2,7	4,09	5	
53/5 5	6	2,8	4,30	5	

Quadro 8

OBS: A temperatura não foi registada

Data: 04/04/06

Fermentação					
Fabrico n°:	Cuba n°	Extracto (°P)	pH	Tempo (dias)	Temperatura (° c)
50/51	4	2,2	3,98	6	-----
52/54	8	2,2	3,99	6	-----
53/5 5	6	2,4	4,00	6	-----

Quadro 9

OBS: A temperatura não foi registada